

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-046327

(43)Date of publication of application : 14.02.2003

(51)Int.Cl.

H01Q 13/22
C23C 16/511
H01L 21/205
H01L 21/3065
H01L 21/31
H05H 1/46

(21)Application number : 2001-231005

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 31.07.2001

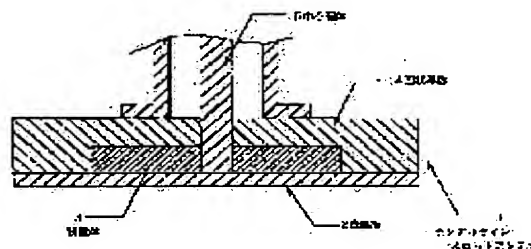
(72)Inventor : TAKATSU KAZUMASA
KANAI MASAHIRO

(54) STRUCTURE FOR RADIAL LINE SLOT ANTENNA IN PLASMA PROCESSING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a radial line slot antenna for a plasma processing device where the close adhesion between a metallic plate having many also holes configuring the radial slot antenna and a dielectric material placed at an opposite side to a microwave radiation face of the metallic plate is improved so as to enhance the radiation efficiency and the uniformity of microwaves and cope with a substrate with a large area to be processed.

SOLUTION: The radial line slot antenna where a waveguide circuit is configured with the metallic plate to which many slot holes are formed and a recessed conductor connected to a coaxial waveguide transducer, and a dielectric material is filled in the waveguide circuit adopts a structure in which the metallic plate and the dielectric material are closely adhered by metallize joining or a structure in which a female thread section provided to the dielectric material and a thread screwed to the female thread section are closely screwed.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-46327

(P2003-46327A)

(43) 公開日 平成15年2月14日 (2003.2.14)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード* (参考)
H 0 1 Q 13/22		H 0 1 Q 13/22	4 K 0 3 0
C 2 3 C 16/511		C 2 3 C 16/511	5 F 0 0 4
H 0 1 L 21/205		H 0 1 L 21/205	5 F 0 4 5
21/3065		21/31	C 5 J 0 4 5
21/31		H 0 5 H 1/46	B
審査請求 未請求 請求項の数7 O L (全 6 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2001-231005(P2001-231005)

(22) 出願日 平成13年7月31日 (2001.7.31)

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 高津 和正

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内

(72) 発明者 金井 正博

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内

(74) 代理人 100105289

弁理士 長尾 達也

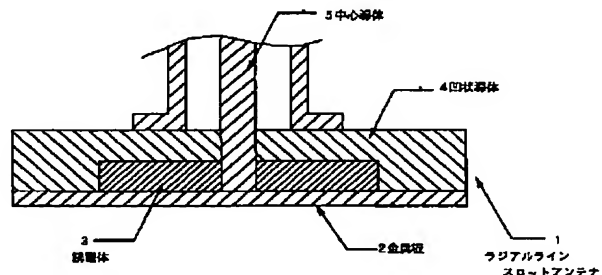
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プラズマ処理装置におけるラジアルラインスロットアンテナの構造

(57) 【要約】

【課題】ラジアルスロットアンテナを構成する多数のスロット孔を有する金属板と、この金属板のマイクロ波放射面と反対側に設けられている誘電体との密着性を良くして、マイクロ波の放射効率と均一性の向上を図ることができ、大面積の被処理基板に対応することが可能となるプラズマ処理装置におけるラジアルラインスロットアンテナを提供する。

【解決手段】多数のスロット孔の形成された金属板と、同軸導波管変換器に接続された凹状導体とで導波回路を構成し、該導波回路内に誘電体が充填されたラジアルラインスロットアンテナにおいて、前記金属板と前記誘電体とを、メタライズ接合によって密着させた構造、または前記誘電体に設けられた雌ネジ部と、その雌ネジ部にねじ込む止めネジによって密着させた構造とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】多数のスロット孔の形成された金属板と、同軸導波管変換器に接続された凹状導体とで導波回路を構成し、該導波回路内に誘電体が充填されたラジアルラインスロットアンテナにおいて、

前記金属板と前記誘電体とを、メタライズ接合によって密着させた構造を有することを特徴とするプラズマ処理装置におけるラジアルラインスロットアンテナの構造。

【請求項2】前記金属板と前記誘電体の膨張係数比が、近似した範囲にあることを特徴とする請求項1に記載のプラズマ処理装置におけるラジアルラインスロットアンテナの構造。

【請求項3】前記金属板と前記誘電体の膨張係数比が、2:1以内であることを特徴とする請求項2に記載のプラズマ処理装置におけるラジアルラインスロットアンテナの構造。

【請求項4】多数のスロット孔の形成された金属板と、同軸導波管変換器に接続された凹状導体とで導波回路を構成し、該導波回路内に誘電体が充填されたラジアルラインスロットアンテナにおいて、

前記金属板と前記誘電体とを、前記誘電体に設けられた雌ネジ部と、その雌ネジ部にねじ込む止めネジによって密着させた構造を有することを特徴とするプラズマ処理装置におけるラジアルラインスロットアンテナの構造。

【請求項5】前記止めネジは、ネジ頭部とネジ部の材質が異なる一体構造のものであることを特徴とする請求項4に記載のプラズマ処理装置におけるラジアルラインスロットアンテナの構造。

【請求項6】前記止めネジは、ネジ頭部の材質が前記金属板と同材質で、かつネジ部の材質が前記誘電体と同材質であることを特徴とする請求項5に記載のプラズマ処理装置におけるラジアルラインスロットアンテナの構造。

【請求項7】前記止めネジのネジ頭部とネジ部の境界面は、前記金属板と前記誘電体とで形成される境界面と同一平面内に存在するように構成されていることを特徴とする請求項6に記載のプラズマ処理装置におけるラジアルラインスロットアンテナの構造。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は半導体基板をマイクロ波によって生起されたプラズマで表面処理するプラズマ処理装置において、前記プラズマを大面積に均一に生起させるためのラジアルラインスロットアンテナの構造に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来からマイクロ波によってプラズマを生成して半導体基板の微細加工を行うエッチング装置や、基板に薄膜を堆積させるマイクロ波プラズマCVD装置等が知られている。マイクロ波によるプラズマ生成

は低ガス圧で高密度のプラズマが得られるため、広く用いられている。また、近年の半導体基板等の表面処理に用いるプラズマ処理装置においては、被処理基板の大型化の要求に応えるため、大口径でかつ高密度のプラズマが得られるラジアルラインスロットアンテナを備えたマイクロ波プラズマ処理装置が提案されている。

【0003】上記ラジアルラインスロットアンテナ(Radial Line Slot Antenna)とは、導体表面にマイクロ波を放射させるための多数のスロット孔が同心円状または渦巻き状に配置されたものであり、裏面側の同軸導波管変換器に接続した凹状導体とで導波回路を形成し、給電されたマイクロ波をスロット形成面から放射するものである。

【0004】図4は、従来のラジアルラインスロットアンテナを図示したものである。この図に示すように、円板状の導体からなる多数のスロット孔を有するスロット体12は、その周縁部をボルト13によって導体14に固定されている。また、スロット体12のプラズマ15にさらされる反対面に、誘電体16が設置されている。ちょうど、誘電体16はスロット体12と前記導体14で挟まれている構造となっている。前記導体14の裏面には同軸導波管変換器6と導波管11が接続されていて、マイクロ波はこれら導波管11、同軸導波管変換器6を経て導体14の裏側からスロット体12に給電される構造となっている。また、スロット体12は、例えば厚さ0.5mm程度の薄い銅板である。

【0005】ところで、ラジアルラインスロットアンテナの構造に関して重要なことは、多数のスロット孔からなる金属板と凹状導体の内部に充填された誘電体の表面に隙間なく密着していることである。仮に多数のスロット孔を有する金属板と誘電体との間に隙間が生じていると、その部分でマイクロ波の表皮効果による表面波が生じ、マイクロ波の放射効率が著しく低下するからである。しかしながら、上記従来のラジアルラインスロットアンテナの構造によれば、スロット板は周縁部でネジ止めされているだけであるから、スロット板の自重による撓みや、マイクロ波電力の給電によりスロット孔を有した金属板が加熱され、熱膨張による撓みによって誘電体との間に隙間が生じることがある。すると、マイクロ波の放射効率が大きく低下し、かつ、放射の均一性が著しく悪化するという問題を抱えていた。

【0006】このような問題を解決すべく、特開2000-077335号公報に記載のプラズマ処理装置が提案されている。これは上記の誘電体とスロット体の密着性を向上させ、マイクロ波の放射効率を向上させたものである。このプラズマ処理装置は、プラズマを生起させるマイクロ波を、チャンバー内に放射するスロットアンテナを具備し、このスロットアンテナがマイクロ波放射用のスロットを多数有するスロット体と、プラズマにさらされる面の反対側の前記スロット体表面に設けられた

誘電体からなるマイクロ波の遅波路形成体と、プラズマ形成空間側の前記スロット体表面に設けられ前記遅波路形成体と協働して前記スロット体を挟持してマイクロ波を透過させる誘電体からなる押さえ体とからなることを特徴とするものである。すなわち、スロット体を遅波路形成体と押さえ体との間に挟み込んだ構造のスロットアンテナを用いることによって、スロット体を遅波路形成体に隙間なく密着させることができる。

【0007】また、特開2000-286240号公報では、半導体基板用プラズマ表面処理装置におけるラジアルラインスロットアンテナの構造が提案されている。これは、複数のスロット孔を有する金属板の、凹状導体に対する取付け部の内側に隣接する部分に、これよりも外側部分と内側部分とを繋ぐ且つ変形可能な細幅片を残すように抜き孔を穿設して成る膨張吸収部を、全周にわたって環状に延びるように設けるという構造にしたものである。金属板の熱を受けた場合における半径方向外向きへの熱膨張は、前記膨張吸収部における各細幅片における変形によって吸収され、この熱膨張がその外側にまで及ぶことを少なくすることができるので、前記金属板の膨らみによる歪み変形を低減し、誘電体との密着性を維持している。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記の特開2000-077335号公報に記載のものでは、スロット体に対して押さえ体はチャンバー内のプラズマ形成空間側に配置されるため、プラズマによって分解された処理ガスが、この誘電体からなる押さえ体に付着してしまい、マイクロ波の透過効率が悪くなってしまうこととなる。その結果、マイクロ波はプラズマ形成空間に放射されず、被処理基板へのプラズマ処理が不可能となる。更には、マイクロ波の進行方向に誘電体が存在すると、誘電損失が大きくなるため、効率よくマイクロ波電力を前記プラズマ形成空間に供給することができないという問題を生じる。

【0009】また、上記の特開2000-286240号公報に記載のものでは、前述した特開2000-077335号公報の提案の誘電体からなる押さえ板で全面を固定する構造と比較すると、明らかに密着が不確実なものとなっており、したがって、熱膨張を吸収する形状を金属板に設けたとしても、繰り返し被処理基板の表面処理を行うと、結果的には誘電体との密着性が低下してしまい、マイクロ波の放射効率も著しく低下させてしまうこととなる。

【0010】そこで、本発明は、上記課題を解決し、ラジアルスロットアンテナを構成する多数のスロット孔を有する金属板と、この金属板のマイクロ波放射面と反対側に設けられている誘電体との密着性を良くして、マイクロ波の放射効率と均一性の向上を図ることができ、大面積の被処理基板に対応することが可能となるプラズマ

処理装置におけるラジアルラインスロットアンテナを提供することを目的とするものである。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記課題を達成するため、つぎの(1)～(7)のように構成したプラズマ処理装置におけるラジアルラインスロットアンテナを提供するものである。

(1) 多数のスロット孔の形成された金属板と、同軸導波管変換器に接続された凹状導体とで導波回路を構成し、該導波回路内に誘電体が充填されたラジアルラインスロットアンテナにおいて、前記金属板と前記誘電体とを、メタライズ接合によって密着させた構造を有することを特徴とするプラズマ処理装置におけるラジアルラインスロットアンテナの構造。

(2) 前記金属板と前記誘電体の膨張係数比が、近似した範囲にあることを特徴とする上記(1)に記載のプラズマ処理装置におけるラジアルラインスロットアンテナの構造。

(3) 前記金属板と前記誘電体の膨張係数比が、2:1以内であることを特徴とする上記(2)に記載のプラズマ処理装置におけるラジアルラインスロットアンテナの構造。

(4) 多数のスロット孔の形成された金属板と、同軸導波管変換器に接続された凹状導体とで導波回路を構成し、該導波回路内に誘電体が充填されたラジアルラインスロットアンテナにおいて、前記金属板と前記誘電体とを、前記誘電体に設けられた雌ネジ部と、その雌ネジ部にねじ込む止めネジによって密着させた構造を有することを特徴とするプラズマ処理装置におけるラジアルラインスロットアンテナの構造。

(5) 前記止めネジは、ネジ頭部とネジ部の材質が異なる一体構造のものであることを特徴とする上記(4)に記載のプラズマ処理装置におけるラジアルラインスロットアンテナの構造。

(6) 前記止めネジは、ネジ頭部の材質が前記金属板と同材質で、かつネジ部の材質が前記誘電体と同材質であることを特徴とする上記(5)に記載のプラズマ処理装置におけるラジアルラインスロットアンテナの構造。

(7) 前記止めネジのネジ頭部とネジ部の境界面は、前記金属板と前記誘電体とで形成される境界面と同一平面内に存在するように構成されていることを特徴とする上記(6)に記載のプラズマ処理装置におけるラジアルラインスロットアンテナの構造。

【0012】

【発明の実施の形態】本発明の実施形態を、図を用いて説明する。図1は、本発明の第1の実施形態におけるラジアルラインスロットアンテナの構造を示す断面図である。図1において、多数のスロット孔を有した金属板2は、同軸導波管変換器6に接続された凹状導体4とで導波回路を形成し、その導波回路の凹状導体4内に誘電体

3が充填されている。円形状の金属板2の中心部には同軸導波管変換器6より伸びている同軸管内の中心導体5が接続されている。以下の説明では、この多数のスロット孔を有した金属板2と凹状導体4、そして誘電体3からなる構造を、総じてラジアルラインスロットアンテナ1と称する。

【0013】金属板2と誘電体3はメタライズ接合によって密着した構造となっている。また、メタライズ接合するにあたって考慮することは、誘電体（セラミックス）と導体（金属）の線膨張係数が近似する適当な組み合わせを選ぶことであり、その結果、膨張比が大きく異なるので、広い温度範囲にわたって使用が可能になる。

【0014】図示されていないマイクロ波発信器により作られたマイクロ波は、導波回路内を中心導体5から周辺部へ放射状に軸対称外向きの円筒波となって伝播する。そして、そのほとんどが、金属板2に設けられた多数のスロット孔からプラズマ形成空間に放射される。このラジアルラインスロットアンテナ1においては、金属板2に設置されたスロット孔の形状及びその配置によって偏波が決まる。例えば所定のスパイラル線上に互いに位相が90°異なり、スロットの長手方向に直交するような、“ハの字”状のスロット孔を順次配置させ、右旋の単一円偏波を放射するアンテナであっても良いし、また、所定の同心円上に垂直偏波、水平偏波の何れか共鳴するように、水平方向、垂直方向のスロット孔を多数配置させ、垂直偏波、水平偏波の単一の直線偏波を放射するアンテナであっても良い。

【0015】図2に、本発明の第2の実施形態におけるラジアルラインスロットアンテナの構造を示す。図2において、第1の実施形態と同様に、多数のスロット孔を有した金属板2は、同軸導波管変換器6に接続された凹状導体4とで導波回路を形成し、その導波回路の凹状導体4内に誘電体3が充填されている。円形状の金属板2の中心部には同軸導波管変換器6より伸びている同軸管内の中心導体5が接続されていて、ラジアルラインスロットアンテナ1を構成している。

【0016】多数のスロット孔8を有する金属板2は外周部に設けられた止めネジ9と、多数のスロット孔8を避けるようにして金属板2の表面上に設けられた多数の特殊止めネジ7によって誘電体3に固定されている。図3はその特殊止めネジ7の詳細断面図である。図3において、特殊止めネジ7のネジ頭部9は金属板2と同材質の金属からなり、また特殊止めネジ7のネジ部10は誘電体3と同材質のセラミックスからなっている。

【0017】更に、この特殊止めネジは材質の異なるネジ頭部とネジ部からなる一体構造をなし、ネジ頭部とネジ部が接合している境界面が、金属板2と誘電体3とで形成する境界面と同一平面内に存在するようになっている。例えばこの特殊止めネジ7全体がセラミックスから

なる部品であった場合、マイクロ波は多数のスロット孔8以外の、マイクロ波を透過させてしまうセラミックスからなる特殊止めネジ7からも放射してしまい、大面積に均一にプラズマを生起することができなくなってしまう。また反対に、この特殊止めネジ7全体が金属の場合、誘電体3内に多数の金属体が点在することになり、中心導体5から誘電体3内を周辺部へ放射状に軸対称外向きの円筒波を乱す原因を導き、所定のスロット孔8からマイクロ波を放射することが出来なくなってしまう。このようなことから、特殊止めネジ7のネジ頭部9とネジ部10の境界面は、金属板2と誘電体3とで形成する境界面と同一平面内に存在するようにする構成が採られる。

【0018】

【実施例】つぎに、本発明の実施例について説明するが、本発明はこれらの実施例によって何ら限定されるものではない。

【実施例1】実施例1に係わるラジアルラインスロットアンテナの基本的な構造は、図1と同様の金属板2と誘電体3をメタライズ接合によって密着した構造のものをを用いた。図1において、金属板2と誘電体3の材質の組み合わせを次のようにした。

金属板：チタン（Ti） 膨張係数 8.5×10^{-6} [1/°C]

誘電体：フォスフェライト（ $2\text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$ ） 膨張係数 10.0×10^{-6} [1/°C]

この組み合わせのラジアルラインスロットアンテナを製造し、減圧可能な真空チャンバーに組み込んでマイクロ波の放電実験を行った。圧力は13.3Pa、マイクロ波投入電力を2.45GHzで0.8kwに設定し、Arガスをプラズマ形成空間に流入し、3時間の長時間放電を行った。

【0019】プラズマ放電中に多数のスロット孔を有する金属板2の表面温度が200°Cに達したものの、メタライズ接合された金属板2と誘電体3は、加熱膨張した常態においても密着性に変化はなく、3時間に渡る長時間成膜を可能にした。したがって、大面積に対して長時間安定して高密度で均一性の高いプラズマを形成することができた。

【0020】【実施例2】実施例2に係わるラジアルラインスロットアンテナの基本的な構造は、図1と同様の金属板2と誘電体3をメタライズ接合によって密着した構造のものをを用いた。図1において、金属板2と誘電体3の材質の組み合わせを次のようにした。

金属板：タンタル（Ta） 膨張係数 8.0×10^{-6} [1/°C]

誘電体：アルミナ（ Al_2O_3 ） 膨張係数 7.3×10^{-6} [1/°C]

この組み合わせのラジアルラインスロットアンテナを製造し、減圧可能な真空チャンバーに組み込んでマイクロ

波の放電実験を行った。圧力は13.3Pa、マイクロ波投入電力を2.45GHzで0.8kwに設定し、Arガスをプラズマ形成空間に流入し、3時間の長時間放電を行った。

【0021】プラズマ放電中に多数のスロット孔を有する金属板2の表面温度が180℃に達したものの、メタライズ接合された金属板2と誘電体3は加熱膨張した常態においても密着性に变化はなく、3時間に渡る長時間成膜を可能にした。したがって、大面積に対して長時間安定して高密度で均一性の高いプラズマを形成することができた。

【0022】[実施例3] 実施例3に係わるラジアルラインスロットアンテナの基本的な構造は、図2と同様の多数のスロット孔8を有する金属板2は外周部に設けられた止めネジ9と、多数のスロット孔8を避けるようにして金属板2の表面上に設けられた多数の特殊止めネジ7によって誘電体3に固定されている構造のものをを用いた。図2において、金属板2と誘電体3の材質の組み合わせを次のようにした。

金属板：タンタル(Ta) 膨張係数 8.0×10^{-6} [1/℃]

誘電体：アルミナ(Al_2O_3) 膨張係数 7.3×10^{-6} [1/℃]

この組み合わせのラジアルラインスロットアンテナを製造し、減圧可能な真空チャンバーに組み込んでマイクロ波の放電実験を行った。また、特殊止めネジ7のネジ頭部9とネジ部10の材質は、前記の金属板と誘電体と同材質にした。圧力は13.3Pa、マイクロ波投入電力を2.45GHzで0.8kwに設定し、Arガスをプラズマ形成空間に流入し、3時間の長時間放電を行っ

た。

【0023】プラズマ放電中に多数のスロット孔を有する金属板2の表面温度が200℃に達したものの、上記構造のもとで接合された金属板2と誘電体3は加熱膨張した常態においても密着性に变化はなく、3時間に渡る長時間成膜を可能にした。したがって、大面積に対して長時間安定して高密度で均一性の高いプラズマを形成することができた。

*【0024】

【発明の効果】以上に説明したように、本発明によれば、プラズマ処理装置における、ラジアルラインスロットアンテナを構成する多数のスロット孔を有する金属板と誘電体は、隙間無く密着することが可能になり、また密着性に優れているので、マイクロ波によって加熱された多数のスロット孔を有する金属板の熱を効率良く誘電体に伝え、局所的な加熱膨張を防止することができる。したがって、これによると、長時間安定して、大面積の被処理基板に対して、高密度で均一なプラズマを生起させることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態におけるラジアルラインスロットアンテナの構造を示す断面図である。

【図2】本発明の第2の実施形態におけるラジアルラインスロットアンテナの構造を示す断面図である。

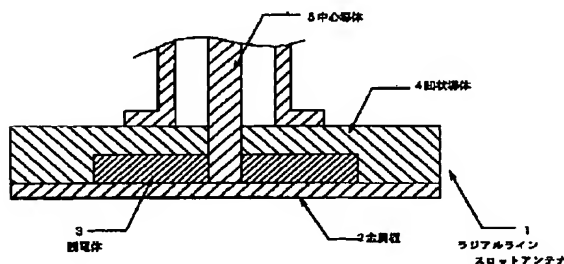
【図3】図2における特殊止めネジの詳細断面図である。

【図4】従来のプラズマ処理装置のラジアルラインスロットアンテナの構成を示す断面図である。

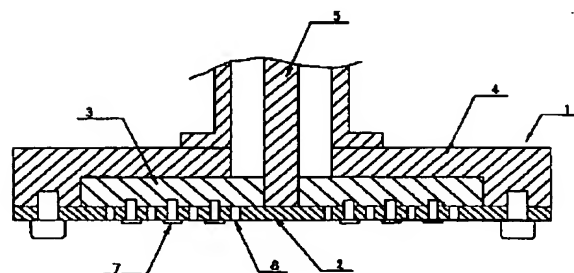
【符号の説明】

- 1：ラジアルラインスロットアンテナ
- 2：金属板
- 3：誘電体
- 4：同軸導波管変換器に接続された凹状導体
- 5：中心導体
- 6：同軸導波管変換器
- 7：特殊止めネジ
- 8：スロット孔
- 9：ネジ頭部
- 10：ネジ部
- 11：導波管
- 12：スロット体
- 13：ボルト
- 14：導体
- 15：プラズマ
- 16：誘電体

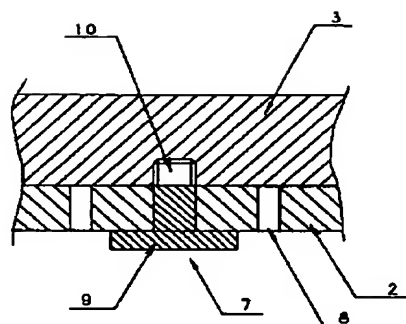
【図1】



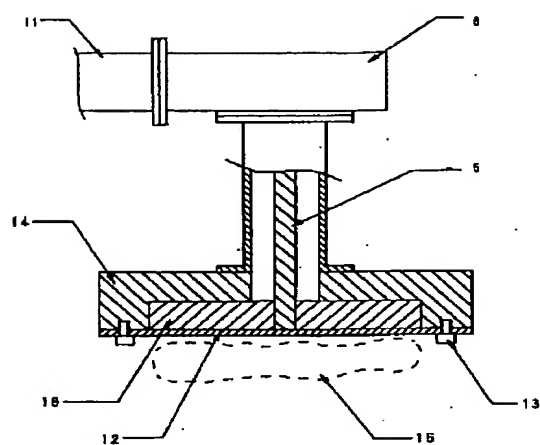
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷
H 0 5 H 1/46

識別記号

F I
H 0 1 L 21/302

キーワード (参考)
B

F ターム (参考) 4K030 FA01 KA15 KA30 KA46
5F004 AA01 AA16 BA20 BB14 BC08
5F045 AA09 BB02 EH02 EH04 EH08
5J045 AA02 AA07 DA05 EA07 HA06
JA03